

国土大(院) ○ 学生会員 山崎 淳
 国土大・工 フェロー 金成 英夫
 森環境技術研究所 正会員 森 雅人

1. はじめに

建設汚泥は高含水比状態を呈し、本来地盤を形づくっていた土が建設工事の過程で泥状となった場合が多く、有害物質などを含有する例は極めて希であり、固化処理することによって盛土材料(以下固化処理土という)として容易にリサイクルが可能である。しかし、固化処理土の一軸圧縮試験における破壊ひずみが土より小さく、品質改良が十分とは言えず盛土材としての用途に適さない場合がある。そこで、十分な品質特性を有する盛土材料(以下繊維質固化処理土)として再資源化をはかるために、汚泥に繊維質物質である故紙破砕物と高分子系改良剤を添加し、リサイクルする技術の開発を行った。現状の処理処分費と比較すると、発生する現場内で再資源化を可能とするためコスト削減に貢献できるものと考えられる。処理土の強度・変形特性を調べ、盛土材としての適用性を検討した。

2. 繊維質固化処理土の強度特性

試験に使用した泥水は、宮城県栗原郡金成町流域下水道の泥水式推進工法余剰泥水を採取した。固化処理土、繊維質固化処理土は、Table.1 の配合で一軸圧縮試験・三軸圧縮試験(UU-試験)を実施した。処理土の強度・変形特性を調べ、盛土材としての適用性を検討した。

2.1 一軸圧縮強さ

建設汚泥の処理土を土質材料として利用する場合の品質区分は、原則としてコーン指数を指標としており、 800kN/m^2 以上を確保することが望ましい。また、建設汚泥固化処理土のコーン指数 q_c と一軸圧縮強さ q_u の関係として $q_c=5\sim 15q_u$ であることから、一軸圧縮強度で安全側にみて 160kN/m^2 以上の強度が求められていることになる。しかし、菅の埋設等で再掘削がある場合には、強度が大きくなりすぎて困難にならないようにするために注意が必要があり、油圧ショベルで容易に再掘削可能な強度としては、一軸圧縮強さで $500\sim 1000\text{kN/m}^2$ である。

セメント系固化材の添加割合を変えて(セメント系固化材添加量 100kg/m^3 , 200kg/m^3 , 300kg/m^3) 固化処理土と繊維質固化処理土の強度特性を調べるために一軸圧縮試験を実施した。これらの試験から得られた固化材の添加量と一軸圧縮強度の関係を Fig.1 に示す。セメント系固化材添加量 $200\sim 300\text{kg/m}^3$ の場合は、固化処理土と繊維質固化処理土はともに再掘削を考えた場合、固くなりすぎている。再掘削がないとしても固くなりすぎると周辺地盤との連続性が失われ、また、混練等の施工性も低下する。

Table.1 The mixture of the test-piece

固化処理土	泥水
	セメント系固化材 $100, 200, 300\text{kg/m}^3$
繊維質固化処理土	泥水
	繊維質物質 → 故紙破砕物 50kg/m^3
	高分子系改良剤 → ポンテランP 1kg/m^3
	助剤 → ポンテランL 7.2kg/m^3
	セメント系固化材 $100, 200, 300\text{kg/m}^3$

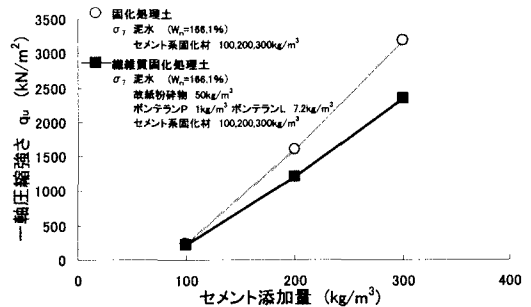


Fig.1 The effect of the solidification material dosage

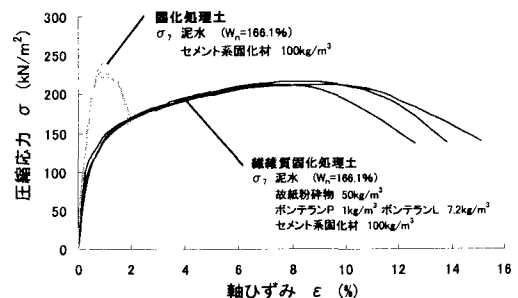


Fig.2 The strength characteristic of fiber solidification disposed soil

キーワード : 建設汚泥 高含水比 繊維質物質

連絡先 : 〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1 国土大学衛生工学研究室 TEL03-5481-3261

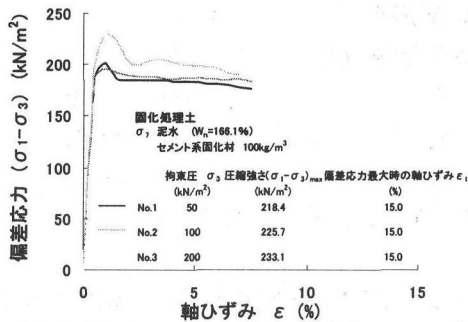


Fig.3 Stress-strain relation of the conventional solidification disposed soil by the triaxial compression test (the UU test)

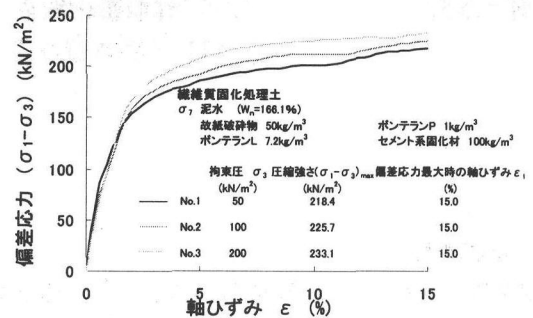


Fig.4 Stress-strain relation of the fiber solidification disposed soil by the triaxial compression test (the UU test)

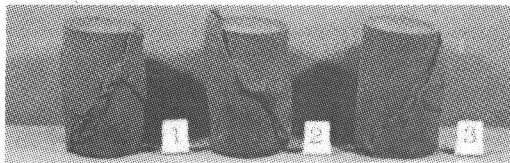


Photo.1 The destruction of the conventional solidification disposed soil

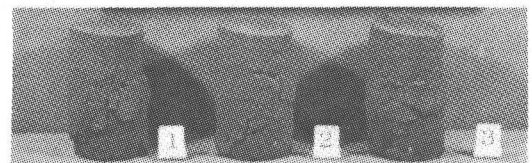


Photo.2 The destruction of the fiber solidification disposed soil

Fig.2 はセメント系固化材添加量 100kg/m^3 の応力～ひずみ曲線を示しているが、注目すべきは、固化処理土は破壊ひずみが 1%未満であるのに対して繊維質固化処理土は 8～9%と大きいことである。また、ピーク応力 σ_{1max} 後も大きな残留強度を維持している。繊維質固化処理土は固化処理土に比べ軸圧縮強さがピーク応力で 1 割程度低くなってしまふことが分かる。しかし、固化処理土を使用する場合、ときほぐしの工程が必要であり、ときほぐし後の強度は、2～5 割程度低下することがわかっている。このことを考慮すれば 1 割程度の強度低下は問題ないと考えられる。

2.2 三軸圧縮強さ

固化処理土の拘束圧下での強度パラメーターを調べるために三軸圧縮試験(UU試験)を実施した。セメント系固化材添加量 100kg/m^3 で作成した σ_1 の Mohr の応力円から求めた強度パラメーターを Table.2 に示す。固化処理土と繊維質固化処理土での粘着力と内部摩擦角においての大きな差はみられず、また、せん断抵抗角が小さく、無視しても安全側になることから、共に粘着力を主とした強度成分であることがわかる。

次にそのときの応力～ひずみ曲線を Fig.3, Fig.4 に示す。固化処理土と繊維質固化処理土の応力～ひずみ曲線の間には、大きな違いが見られる。固化処理土は、線形的に偏差応力が増加し、明瞭なピーク応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ が破壊ひずみとして現れており、その後急激に偏差応力が低下し、残留状態に至る。これに対して、繊維質固化処理土は、偏差応力がせん断初期から非線形的に増加していき、明瞭なピーク応力が現れず、またこの状態での軸ひずみも通常土程度ある。このような変形性の違いはせん断後の供試体の破壊形状からも判断できる。つまり固化処理土は、Photo.1 のように明瞭なせん断面が現れ局所的な変形集中を示しているが、繊維質固化処理土は Photo.2 のように樽型変形を起こし、局所的な変形集中を起こしてはいない。繊維質固化処理土は、繊維質とセメント系固化材を混合してあることから、セメント系固化材による強度と繊維質を挟んだ形での強度があると考えられ、繊維質物質とセメント系固化材が絡み合っていることにより、応力の集中が繊維を通して分散されていることが分かる。

3. まとめ

セメント系固化材による固化処理土の力学特性や変形特性は原地盤と大きく異なる。処理土の強度をあまり大きくしないで、破壊ひずみを原地盤のそれに近づけ、処理土から原地盤へできるだけ連続性を持たせた構造形式とすることが望ましい。土構造は支持力的な強さが求められており、単に一軸圧縮強度だけを考慮するのは問題が残る。新しい固化処理システムは、汚泥を十分な品質特性を有する盛土材料として再資源化を可能とすることが確認された。